第15卷 第3期　　昆虫学报　　Vol. 15, No. 3
1966年6月　　ACTA ENTOMOLOGICA SINICA　　June, 1966

山楂红蜘蛛防治研究*

I. 对有机磷杀螨剂的抗药性测定

张昌輝　曹子刚
(河北省农业科学院果树研究所)

摘要　本文是1964年对山楂红蜘蛛(*Tetranychus vienuensis* Zacher)抗药性测定的结果。本工作是在1962及1963年工作基础上进行的。结果证明河北省部分果园的山楂红蜘蛛对內吸磷和对硫磷产生了抗药性,而且对从未用过的乐果、乙硫磷、三硫磷等几种有机磷杀螨剂亦产生了抗药性。

对于內吸磷和对硫磷的抗性強度与使用药剂的次数呈正相关。防治抗性种羣雌成螨的其他有效药剂为杀螨酯和石硫合剂等,防治抗性卵则以三氯杀螨砜和石硫合剂较有效。对感性种羣雌成螨仍以內吸磷和对硫磷的效果为最佳,石硫合剂也较好。

一、前　言

山楂红蜘蛛是我国北方果树的主要害虫,为害苹果、梨、桃、杏、李、樱桃及山楂等。在河北、辽宁、陕西、山东、河南等省都有发生,近几年为害很严重,如1961年河北省果树研究所的大片苹果树被害成灾,昌黎、晉县等梨区也因此螨为害而造成早期落叶。

河北省果树研究所自1954年开始使用对硫磷和內吸磷进行防治,效果很好,1956年以后在省內重点果区普遍推广,凡每年喷药2—3次均能控制螨害。但至1961年发现此二种药剂的效果降低,如河北省果树研究所南一区三公頃26年生的苹果园,全年喷內吸磷五次(其中三次单喷)和对硫磷三次,在八月初大部分植株因螨害开始落叶,至中、下旬多数植株全部叶片干枯,造成严重災害。昌黎县后两山大队和晉县河头村大队的果园,也发现药效降低的现象。为了查明对硫磷和內吸磷药效降低的原因并寻找其他有效药剂,因此对此螨进行了以下试验。

二、材料及方法

供试虫源:从昌黎正明山及怀来北新辛大队的苹果园內(1964年3月以前未用过有机磷杀螨剂)采集山楂红蜘蛛雌螨,作为感性种群。另从河北省果树研究所苹果园內(1954—1961年共使用对硫磷或內吸磷约50次)采集山楂红蜘蛛雌螨,作为抗性种群。各地所采红蜘蛛经中国科学院动物研究所鉴定,均为同种。先将红蜘蛛接种在温室內盆栽苹果苗上隔离培育,温室和苹果苗事先皆进行灭螨处理,以防混杂。待培育出雌成螨后,进行毒力测定。

测定方法　用Potter式雾化喷头,在沉降喷雾塔內施药,喷雾塔的变异系数为2.3%。每次施药前半天,选取培育的活泼健壮幼龄雌螨,用毛笔接种在酸樱叶片上(叶光滑、着药均匀),俟其稳定后连同叶片放在喷雾塔內受药台上。每组用5张叶片,每叶有螨50—60头,分五点放置(定点),然后喷药。喷雾压力2公斤/平方厘米,药液六毫升,沉降一分钟

* 文稿经本所周克昌副所长,肖振汉主任和中国科学院动物研究所龚坤元先生审阅并修改,特致谢忱。敖贤斌同志参加了1962和1963年的测定工作。

(档板控制)。施药后立即取出叶片,检查着药螨数,然后将叶片插于净水瓶中,悬掛在定温箱內的架子上,温度保持 27—28℃,24 小时后用双目解剖镜检查死亡率,以针触动螨体,动者为活。抗性种群(以下简称 R)和感性种群(以下简称 S)同时进行测定,对照以清水处理。所得死亡率用 Abbott 公式校正,并用 Finney 机率值分析法进行统计,求得 LC_{50} 作比较。

供试药剂　50% 內吸磷乳剂,50% 对硫磷乳剂和 65% 八甲磷乳剂为德国拜尔厂产品,杀螨酯(Akar-338)为瑞士加基厂 1957 年样品。其他药剂由中国科学院动物所药剂毒理室、沈阳化工学院农药室、南开大学元素有机化学研究所、中国农科院植保所、天津农药试验厂、天津工学院、河北农科院植保所及上海农药厂等单位供给。

三、結　果

(一) 抗药性比较测定

河北省果树所南一区与昌黎正明山的山楂红蜘蛛,对于对硫磷和內吸磷的抗性比较测定,结果见表 1 及图 1。

表 1　山楂紅蜘蛛抗药性比較測定

药剂种类	种　羣	测定日期	斜　度	LC_{50} p.p.m.	比　值	LC_{95} p.p.m.	比　值
內吸磷	R	5 月30日	1.98	375.1	80.2	2529.0	229.2
	S	5 月30日	4.41	4.67	1	11.03	1
对硫磷	R	6 月 6 日	4.87	986.2	48.6	2145.0	32.9
	S	6 月 6 日	3.24	20.3	1	65.1	1

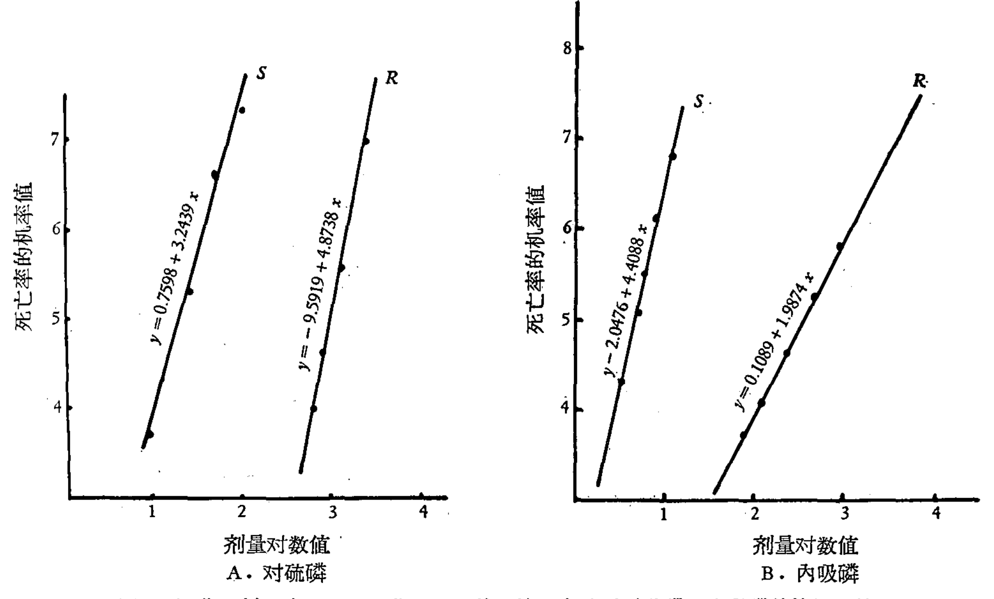


图 1　河北果树所南一区和昌黎正明山的山楂红蜘蛛对对硫磷和內吸磷的抗性比较

从上表和图看出,河北省果树所南一区的山楂红蜘蛛对两种药剂已产生了明显的抗药性,对于內吸磷的抗性为 80.2 倍,对硫磷的抗性为 48.6 倍。

（二）不同用药次数与产生抗药性的关系

选择几处隔离较远和使用对硫磷或內吸磷次数不同的山楂红蜘蛛雌螨，进行抗药性测定。结果见表 2 及图 2。

表 2 几处苹果园山楂紅蜘蛛对对硫磷和內吸磷的抗性测定

红蜘蛛采集地点	用药年限	用药次数	测定药剂	测定结果				
				斜度	LC_{50} p.p.m.	比值	LC_{95} p.p.m.	比值
河北果树所	1954—1962	45—54	內吸磷	1.98	375.1	80.2	2529.0	229
昌黎姚家沟	1956—1963	20—24	”	3.60	82.42	17.65	236.0	21
昌黎杏树园	1956—1963	14—16	”	2.41	41.48	8.86	170.1	15
昌黎正明山	—	0	”	4.41	4.67	1	11.03	1
怀来北辛堡	—	0	”	4.65	5.89	1.26	8.7	0.79
河北果树所	1954—1962	45—54	对硫磷	4.87	986.2	48.6	2145.0	32.9
晋县河头村	1958—1963	36—42	”	4.22	1100.0	54.2	2689.0	41.3
昌黎姚家沟	1956—1963	20—24	”	4.42	500.1	24.6	1181.0	18.1
昌黎杏树园	1956—1963	14—16	”	2.49	312.2	15.4	1669.0	25.6
昌黎凤凰山	1956—1963	—	”	1.22	62.7	3.1	142.3	2.18
昌黎正明山	—	0	”	3.24	20.3	1	65.1	1

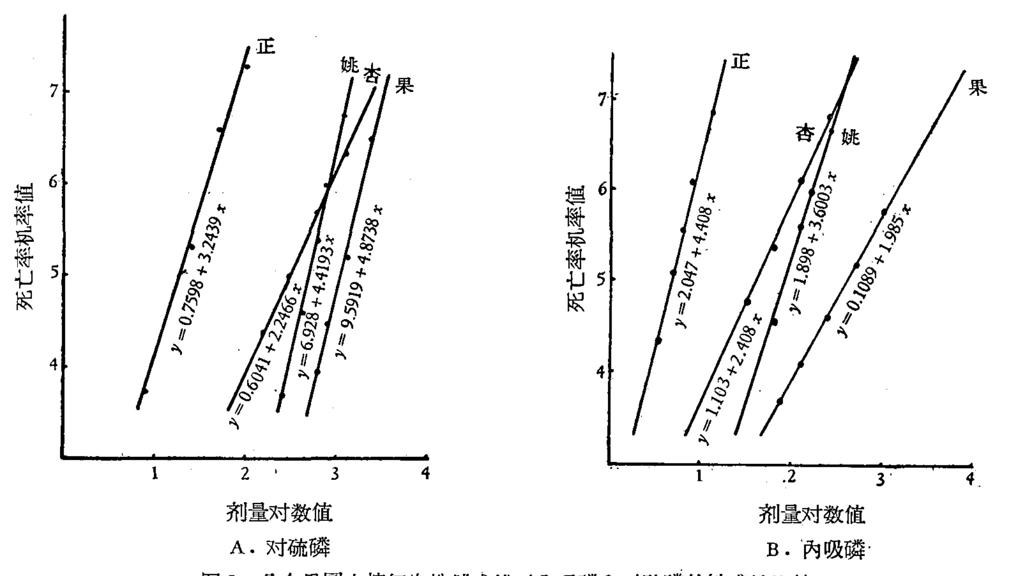


图 2 几个果园山楂红蜘蛛雌成螨对內吸磷和对硫磷的敏感性比较

从表 2 及图 2 看出，凡用过此二种药剂的果园，红蜘蛛均表现敏感性降低，如河北果树所历年用药剂 50 次左右，即基本上失去了控制效力；杏树园大队虽仅用 15 次左右但敏感性亦已降低。其原因在于各地使用此二种药剂 3—4 年后，即开始增加药剂浓度或用药次数，因此螨对药剂产生抗性是直接相关的。

同时还可看出，抗性強度的高低与用药次数也有关系，即用药次数越多，抗性強度越高(见图 3) 而且抗性強度与用药频率也有关系。如河头村在五年內用药 40 多次，最高浓度为 1:250 倍，虽然用药次数不如河北省果树所多，但对对硫磷的抗性却稍高，这就说明影

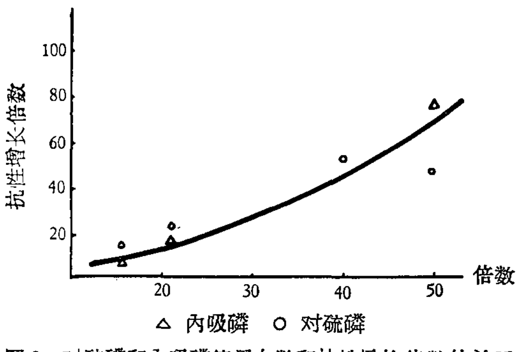


图3 对硫磷和内吸磷使用次数和抗性增长倍数的关系

响抗性強度的因素是复杂的。

（三）其他有机磷杀螨剂对抗性山楂红蜘蛛的毒力测定 将抗性雌成螨，以过去未曾用过的几种杀螨剂进行毒力比较测定，结果见表3及表4。

从表3看出，抗性种群对从未使用过的乐果、三硫磷、八甲磷、敌敌畏等有不同程度的抗性表现，尤其对乐果的抗性高达62倍。从表4可看出，R和S种群对甲拌磷、杀螟硫磷、马拉硫磷、甲基内吸磷和甲基对硫磷的敏感性，是有明显差异的。

表3 几种杀螨剂对抗性雌成螨的毒力测定

药剂种类	种群	斜度	LC_{50} p.p.m.	比值
乐果	R	1.42	441.3	62.1
	S	3.49	71.1	1
乙硫磷	R	3.25	937.2	9.1
	S	3.16	103.1	1
三硫磷	R	0.65	317.5	17.5
	S	3.97	18.12	1
八甲磷	R	2.21	1736.0	6.29
	S	2.17	276.6	1
敌敌畏	R	1.83	1363.0	6.3
	S	2.47	215.0	1
内吸磷	R	1.98	375.1	80.2
	S	4.41	4.67	1
对硫磷	R	4.87	986.2	48.6
	S	3.24	20.3	1

表4 几种杀螨剂的药效比较

药剂种类	测定浓度	种群	总螨数	24小时死亡螨数	死亡率 %	校正死亡率%
50%甲拌磷乳剂	4000倍	R	243	60	24.69	21.13
	20,000倍	S	268	96	25.75	22.23
46.2%杀螟硫磷乳剂	1000倍	R	377	63	16.17	14.63
		S	322	316	98.14	97.91
40%马拉硫磷乳剂	1000倍	R	438	109	24.89	23.01
		S	276	265	96.1	95.52
50%甲基对硫磷乳剂	1000倍	R	372	41	11.02	8.79
		S	264	263	99.62	99.57
50%甲基内吸磷乳剂	1000倍	R	282	57	20.21	10.34
		S	312	264	84.62	82.61

表 5　几种新杀螨剂对 R 雌螨的药效测定

药剂名称	化学结构	使用浓度（倍）	供试螨数	死螨数（24时）	死亡率%	校正死亡率%	药剂来源
25%杀螨酯乳剂	$Cl-C_6H_4-C(OH)(COOC_2H_5)-C_6H_4-Cl$	1500	236	233	98.73	97.77	瑞士加基厂 1957
		3000	238	199	83.61	81.58	
石硫合剂	CaS_2	0.3波美	324	307	94.75	94.11	自制 1964
		0.1波美	285	215	75.44	72.41	
50%二溴磷乳剂	$(CH_3O)_2P(=O)-O-CH(Br)-C(Br)(Cl)-Cl$	1000	331	328	99.09	99.08	中国科学院动物研究所 1964
		2000	249	219	87.95	87.85	
50%氟乙酰胺可湿性粉剂	FCH_2CONH_2	200	262	228	87.02	85.42	河北植保所 1963
		400	140	121	86.43	84.75	
50%麦卡巴姆乳剂	$(C_2H_5O)_2P(=S)-S-CH_2-C(=O)-N(CH_3)-C(=O)OC_2H_5$	1000	356	304	85.39	85.28	中国科学院动物研究所 1964
		2000	477	283	59.33	59.01	
50%内吸磷乳剂	$(C_2H_5O)_2P(=S)-O-C_2H_4SC_2H_5$	1000	325	240	73.84	73.55	德拜尔厂
		2000	393	220	55.98	55.64	
50%磷胺乳剂	$(CH_3O)_2P(=O)-O-C(CH_3)=C(Cl)-C(=O)-N(C_2H_5)_2$	1000	350	213	60.86	60.55	中国科学院动物研究所 1964
		2000	290	157	54.14	53.78	
T_{12} 50%乳剂	$[(CH_3O)_2P(=S)-S-C_2H_4-NH(C_2H_5)_2]^+[COOH-COO]^-$	1000	365	196	53.69	53.33	同上
		2000	304	132	43.42	42.98	

續表 5

药剂名称	化学结构	使用浓度(倍)	供试螨数	死螨数(24时)	死亡率%	校正死亡率%	药剂来源
M_2 50%乳剂	$(C_2H_5O)_2P(=S)-S-CH_2-C(=O)-NH-C(=O)-NH_2$	1000	339	131	38.64	38.16	中国科学院动物研究所 1964
		2000	231	33	14.29	13.62	
T_2 50%乳剂	$[(C_2H_5O)_2-P(=S)-S-CH_2-CH_2-NH-(C_2H_5)_2]^+[COOH-COO]^-$	1000	395	85	21.52	20.91	同上
A_3 50%乳剂	$(i-C_3H_7O)_2P(=S)-S-CH_2-C(=O)NH_2$	1000	255	52	20.39	19.77	同上
Tp_2 50%乳剂	$(C_2H_5O)_2P(=S)-S-CH_2-CH_2-N(C_2H_5)_2$	1000	342	52	15.20	14.54	同上
Ap_6 50%乳剂	$(C_2H_5O)_2P(=S)-S-CH_2COOC_4H_9-t$	1000	331	66	19.94	17.94	同上
Ap_2 50%乳剂	$(C_2H_5O)_2P(=S)-S-CH_2COOC_2H_5$	1000	502	92	18.33	16.29	同上
Ap_{10} 50%乳剂	$(C_2H_5O)_2P(=S)-S-CH(CH_3)-COOCH_3$	1000	431	60	13.92	11.76	同上
Ap_4 50%乳剂	$(C_2H_5O)_2P(=S)-S-CH_2COOC_3H_7-i$	1000	309	38	12.29	10.10	同上
p_{32} 50%乳剂	$(CH_3O)_2P(=S)-S-CH_2OC_2H_4SC_2H_5$	1000	509	114	22.39	20.44	南开元素有机化学所
p_{47} 50%乳剂	$(C_2H_5O)_2P(=S)-S-CH_2OC_2H_4SC_2H_5$	500	366	238	65.03	64.76	同上

續　表　5

304-2 30%乳剂	$(C_2H_5O)_2P(=S)-S-CH_2CONH_2$	1000	480	80	16.67	14.58	沈阳化工院农药室
304-3 15%乳剂	$(C_2H_5O)_2P(=S)-S-CH_2-C(=O)-NHC(=O)NH_2$	500	416	89	21.39	20.77	同　上
50%甲基内吸磷乳剂		1000	282	57	20.21	—	德拜尔厂
40%马拉硫磷乳剂		1000	438	109	24.89	23.01	天津农药试验厂
46.2%杀螟硫磷乳剂		1000	377	63	16.71	14.63	天津工学院
50%乙硫磷乳剂		1500	277	60	21.66	17.59	天津农药试验厂
50%敌敌畏乳剂		1500	494	73	14.78	13.03	同　上
30%三硫磷乳剂		2000	226	35	15.49	14.68	上海农药厂
65%八甲磷乳剂		1000	188	24	12.76	11.18	德拜尔厂
50%乐果乳剂		200	139	57	41.01	38.08	上海农药厂
50%甲基对硫磷乳剂		1000	372	41	11.02	8.79	德拜尔厂
50%乙基对硫磷		1000	204	24	11.77	8.99	德拜尔厂
,,		500	468	346	73.93	73.73	同　上
S 101	$CH_3-NH-C(=O)-O-C_6H_5$	500	468	139	29.70	29.15	中国科学院动物研究所
20%氯乙酸乙酯		500	322	120	37.27	36.78	沈阳化工院农药室

表6 对S种螨的药效测定

供试药剂	使用浓度(倍数)	供试螨数	24小时死螨数	死亡率 %	校正死亡率 %
25%杀螨酯乳剂	1500	311	278	89.39	88.08
	3000	371	159	42.86	35.79
石硫合剂	0.3波美	307	304	99.02	98.90
	0.1波美	173	162	93.62	92.85
50%氟乙酰胺可湿性粉剂	200	316	310	98.10	97.87
	400	239	215	89.96	88.72
30%三硫磷乳剂	4000	205	204	99.51	99.41
	8000	316	290	91.77	91.60
65%八甲磷乳剂	800	292	282	96.58	96.51
	1000	193	174	90.16	89.99
50%乙硫磷乳剂	1000	423	412	97.93	97.30
	2000	363	352	96.97	96.87
50%乐果乳剂	800	168	166	98.89	98.13
	1500	242	237	97.93	96.69
50%甲基内吸磷乳剂	1000	312	264	84.62	82.72
50%甲基对硫磷乳剂	1000	264	263	99.62	99.57
50%敌敌畏乳剂	1000	342	321	93.86	93.10
40%马拉硫磷乳剂	1000	276	265	96.01	95.52
46.2%杀螟硫磷乳剂	1000	322	316	98.14	97.91
50%内吸磷乳剂	40,000	244	242	99.18	99.06
	80,000	208	181	87.02	85.10
50%对硫磷乳剂	5,000	306	303	99.02	98.98
	10,000	408	364	89.21	88.89

表7 杀卵試驗

药剂种类	使用浓度(倍数)	总卵数	死卵数	死亡率 %	校正死亡率 %
20%三氯杀螨砜可湿性粉	200	422	344	81.52	80.93
	400	451	98	21.73	19.25
20%螨卵酯可湿性粉	200	691	244	39.42	37.51
	400	320	43	13.44	10.71
20%氯苯砜	200	381	51	13.39	10.66
石硫合剂	0.5波美	385	307	79.74	79.10

（四）几种新杀螨剂对雌成螨的触杀效果试验　对抗性种群测定的结果（表 5），杀螨酯有良好杀伤力，25%乳剂 3000 倍液比 1000 倍内吸磷的效果高，0.3 度石硫合剂的杀螨率达 90% 以上，50% 二溴磷，1000 倍液为 99%，氟乙酰胺及麦卡巴姆也高于内吸磷，其他大部分样品的效果均高于对硫磷。

但对感性种群的药效测定结果则完全不同（见表 6）。

从表 6 可看出，对感性种群仍以内吸磷和对硫磷的效果最高，其他有机磷样品的效果也很好。杀螨酯虽为有效药剂，但不如对抗性种群的效果好。

（五）对抗性种羣卵的药效测定　将田间采集带有卵的叶片，除去成螨和幼螨，施药后一周检查杀卵效力，结果见表 7。

从表 7 看，三氯杀螨砜和石硫合剂的效果虽较好，但不够理想，因为一部分卵已接近孵化，不易杀死，这是主要原因。但三氯杀螨砜处理幼螨大部分死亡。

四、討　　論

（一）进行山楂红蜘蛛对有机磷杀螨剂的抗性测定　必须在同一时间，采用发育一致的雌螨，才能得出正确结果。如 1964 年不同时期测定 R 种群的反应，有很大差异（见图 4），其中对内吸磷的 LC_{50} 最高为 375.1ppm，最低为 191ppm；对对硫磷的 LC_{50} 最高为 986.2ppm，最低为 1093ppm。在同一品种苹果上以幼嫩叶片和老叶片上培育的螨对内吸磷的敏感性程度也不同，如 1963 年以幼嫩叶片培育的 S 种群，其 LC_{50} 为 2.3ppm，而老叶上培育的则为 4.9ppm。

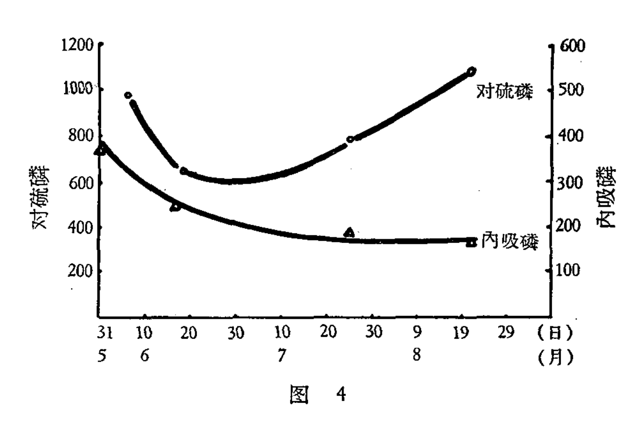


图　4

另从测定中看出，R 种群对过去未曾用过的乐果、三硫磷、乙硫磷等几种结构近似的有机磷杀螨剂亦产生了不同程度的抗性。因此我们认为结构近似的同类杀螨剂，进行交替或轮换使用以克服或减缓此螨产生抗药性，是困难的。

（二）用药次数与形成抗性有密切关系　从表 2 与图 3 可看出，在同一果园内连续使用对硫磷和内吸磷 50 次左右，基本上失去了对螨的控制能力。用药次数越多抗性越高。另从杏树园、姚家沟、凤凰山等几处果园的山楂红蜘蛛测定结果来看，对对硫磷的抗性比对内吸磷的抗性高，而河北省果树所的红蜘蛛则相反，对内吸磷抗性增长倍数高于对硫磷。这种差异，我们认为与实际用药情况有关，一般果园开始多先用对硫磷，因为既能防治食心虫又可兼治红蜘蛛、蚜虫等，后来由于防治红蜘蛛的效果下降，甚至不能控制为害，

于是改用内吸磷而增多使用次数，因而对这两种药剂的抗性很快增长。

（三）防治山楂红蜘蛛的有效药剂 据室内测定，十几种杀螨剂对感性种群的效果均很好。石硫合剂、杀螨酯也有一定效果。但对抗性种群，以杀螨酯的效果最好甚至比对感性种群的效果还高，如 50% 内吸磷的 1,000 倍液对抗性雌螨的效果为 70%，而 3000 倍 25% 杀螨酯则达 80% 以上。但杀螨酯对感性雌螨则远不及内吸磷，4 万倍内吸磷的杀伤率为 95%，而 1500 倍杀螨酯仅达 88%。这是否是负交互抗性的影响，值得进一步研究。

石硫合剂对抗性种群的效果也很好。室内测定 0.3 度的效果在 90% 以上，田间用 0.5 度液则高达 91.6—99%。其他对抗性种群药效高于内吸磷的，只有二溴磷和麦卡巴姆。三氯杀螨砜的杀卵率虽只达 80%，但对幼螨则大部死亡。

从本试验结果来分析，为防止或减缓抗性螨的产生，今后轮换或交替使用药剂，必须选择作用机制不同的剂型，才有可能实现。这就需要研制多种类型的杀螨剂，以供应用。

对于使用一种药剂，可从不同浓度与抗性形成的速度关系，作进一步的研究。如内吸磷的低浓度（4 万倍），对没有抗性的红蜘蛛即有药效，但田间喷药习惯一般开始就用高浓度（三千倍），对抗性形成的速度是什么关系，也值得进一步研究。

参 考 文 献

龚坤元 1964 测定农业害虫抗药性的几种方法，植物保护 **2**: 86—7。
赵善欢 1962 农业害虫化学防治研究的现状及今后发展方向，植物保护学报 **1**(4): 351—64。

STUDIES ON THE HAWTHORN SPIDER MITE (*TETRANYCHUS VIENNENSIS* ZACHER)

I. MEASUREMENT OF THE RESISTANCE TO ORGANO-PHOSPHORUS ACARICIDES

JANG CHANG-HUEI & TSAUR TZU-GANG

(Institute of Pomology, Academy of Agricultural Science of Hopei Province)

Preliminary tests indicated that the resistance of the resistant strain to parathion and systox was respectively 48.6 and 80.2 times that of the susceptible strain in LC_{50}. Data obtained showed that the resistant strain was also resistant to some organophosphorus compounds such as Ethion, DDVP and Rogor, etc., which had not been used in field before. Akar-338, lime sulphur and Dibrom was effective to resistant strain of female adult. TDN was proved to be effective to eggs.